

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-114240

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/205

(21)Application number : 10-276949

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.09.1998

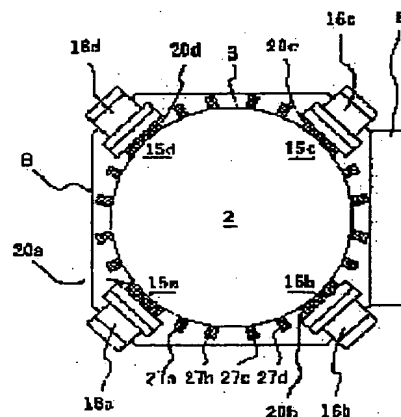
(72)Inventor : KITAZAWA SATOSHI  
SEKI HIROBUMI  
ICHIMURA SATOSHI  
UENO YUICHIRO  
UCHIKAWA SADAOK  
UMEGAKI KIKUO  
TAKEMORI SEI

## (54) PLASMA TREATMENT APPARATUS AND PLASMA CONFINEMENT METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance plasma density in a plasma processing region by making the polarities of permanent magnets provided around respective wave guides alternated, thereby efficiently diffusing high-energy electrons.

SOLUTION: Permanent magnets 20a-20d with electron cyclotron resonance magnetic field strength are alternatively positioned around microwave waveguides 15a-15d, respectively, such that polarities of the magnets are alternated in the microwave waveguides 15a-15d. Accordingly, since magnetic lines of force originating from electron cyclotron resonance magnetic field near the microwave waveguides 15a-15d reach a local electron heating region near the adjacent microwave waveguides 15a-15d without impinging on the sidewall of a plasma production chamber, cusp-type magnetic lines of force is formed passing near the center of the plasma production chamber. Consequently, since the high-energy electrons produced in the respective electron heating regions are diffused in the direction of the center of the plasma generation chamber along cusp-type magnetic line of force, high density plasma is produced efficiently.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-114240

(P2000-114240A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/3065

21/205

識別記号

F I

H 0 1 L 21/302

21/205

テーマコード(参考)

B 5 F 0 0 4

5 F 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-276949

(22) 出願日

平成10年9月30日 (1998.9.30)

(71) 出願人 000003108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 北澤 聡

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72) 発明者 関 博文

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ閉じ込め方法

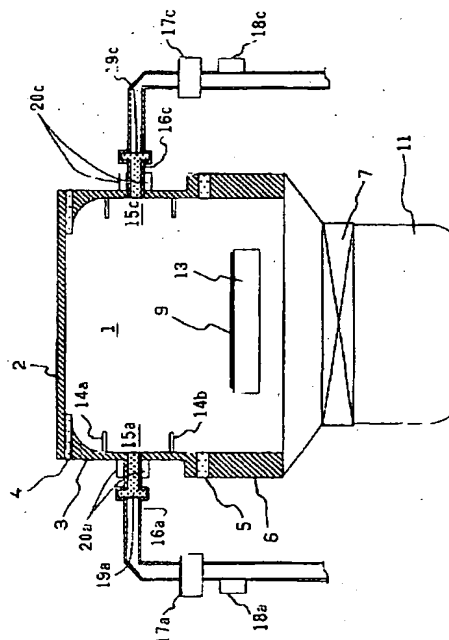
(57) 【要約】

【課題】本発明は、プラズマ処理領域におけるプラズマ密度を上昇させることを課題とする。

【解決手段】本発明はプラズマ生成室の側壁に複数の導波部を設けると共に、その外周に永久磁石を隣り合う導波部毎に極性を変えて設けたことを特徴とする。

【効果】電子サイクロトロン共鳴領域より出射した磁力線を、壁面を貫通せずにプラズマ生成室中心部まで進入させることができるので、大口径で均一、かつ、高密度プラズマが生成できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内部にプラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室にプラズマを生成するためのマイクロ波を導入する複数の導波部と、該導波部の各々の周囲に設けられ、前記マイクロ波との相互作用によりプラズマを生成するための電子サイクロトロン共鳴磁場強度を有する永久磁石と、前記プラズマ生成室内に生成されたプラズマに面して配置され、前記プラズマにより処理される被処理物の処理面を前記マイクロ波の導入方向と概略平行に保持する保持手段とを備え、

前記プラズマ生成室の側壁に前記導波部を設け、この各導波部の周囲に設けられている永久磁石は、その極性が隣り合う導波部同志で異なることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】内部にプラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室にプラズマを生成するためのマイクロ波を導入する複数の導波部と、該導波部の各々の周囲に設けられ、前記マイクロ波との相互作用によりプラズマを生成するための電子サイクロトロン共鳴磁場強度を有する永久磁石と、前記プラズマ生成室内に生成されたプラズマに面して配置され、そのプラズマにより処理される被処理物を保持する手段とを備え、

前記各導波部の周囲に設けられている永久磁石は、各導波部のプラズマ生成室側の電子サイクロトロン共鳴磁場強度面より出射する磁力線をプラズマ生成室の壁に貫通させることなく他の導波部の電子サイクロトロン共鳴磁場強度面に到達させるか、若しくは前記プラズマ生成室の中心部に到達させるように配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】内部にプラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室にプラズマを生成するためのマイクロ波を導入する複数の導波部と、該導波部の各々の周囲に設けられ、前記マイクロ波との相互作用によりプラズマを生成するための電子サイクロトロン共鳴磁場強度を有する永久磁石と、前記プラズマ生成室内に生成されたプラズマに面して配置され、前記プラズマにより処理される被処理物の処理面を前記マイクロ波の導入方向と概略平行に保持する手段とを備え、前記プラズマ生成室の側壁に前記導波部を設け、この各導波部の周囲に設けられている永久磁石の磁力線で前記プラズマを閉じ込めることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】内部にプラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室にプラズマを生成するためのマイクロ波を導入する複数の導波部と、該導波部の各々の周囲に設けられ、前記マイクロ波との相互作用によりプラズマを生成するための電子サイクロトロン共鳴磁場強度を有する永久磁石と、前記プラズマ生成室内に生成されたプラズマに面して配置され、前記プラズマにより処理される被処理物の処理面を前記マイクロ波の導入方向と概略平行に保持する手段とを備え、

前記プラズマ生成室の側壁に前記導波部を設けると共に、この各導波部の間の前記プラズマ生成室の周囲に第2の永久磁石を縦方向に直線状で、かつ、周方向に所定間隔をもって複数個設け、前記導波部の周囲に設けられている永久磁石と、この永久磁石に近い前記第2の永久磁石との極性は同極性となっていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】前記導波部は矩形導波管で形成され、該矩形導波管の長辺方向は前記被処理物の面と概略平行に配置されていることを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】前記導波部は矩形導波管で形成され、該矩形導波管の長辺方向は前記被処理物の面と交差する方向に配置されていることを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】導波部からのマイクロ波と導波部の周囲に設けられた永久磁石の磁場との相互作用によりプラズマ生成室内にプラズマを生成し、この生成されたプラズマによりプラズマ生成室内の被処理物を処理するにあたって、

前記マイクロ波は前記プラズマ生成室の側壁から被処理物の面と概略平行な方向に導入され、このマイクロ波と前記永久磁石の磁場との相互作用により生成されたプラズマは、前記導波部の周囲に配置された永久磁石の磁力線により前記プラズマ生成室の中央付近に押し込んで閉じ込められていることを特徴とするプラズマ閉じ込め方法。

【請求項8】導波部からのマイクロ波と導波部の周囲に設けられた永久磁石の磁場との相互作用によりプラズマ生成室内にプラズマを生成し、この生成されたプラズマによりプラズマ生成室内の被処理物を処理するにあたって、

前記マイクロ波は前記プラズマ生成室の側壁から被処理物の面と概略平行な方向に導入され、このマイクロ波と前記永久磁石の磁場との相互作用により生成されたプラズマは、前記導波部の周囲に配置された永久磁石と各導波部の間に配置された複数の永久磁石との磁力線により前記プラズマ生成室の中央付近に押し込んで閉じ込められていることを特徴とするプラズマ閉じ込め方法。

【請求項9】請求項1～6記載のプラズマ生成室内にシリコンウェハを保持し、前記プラズマ生成室内に $\text{SiH}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、又は $\text{SiF}_4$ 、又は $\text{CF}_4$ 、又は $\text{CH}_4$ 、又は塩素を含むガスを導入するとともに、前記マイクロ波と前記永久磁石により形成されたプラズマ生成領域において生成されたプラズマを前記シリコンウェハに作用させて成膜、乃至はエッチング、乃至はその両方により半導体を製造する半導体製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置及

びプラズマ閉じ込め方法に係り、特に、半導体装置等の製造におけるプラズマエッチング、プラズマCVD成膜、スパッタ成膜等のプラズマを用いて処理する工程において好適なプラズマ生成装置及びプラズマ閉じ込め方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来のプラズマ処理装置については、例えば、特開平9-266096号公報に記載されている。これは、プラズマ生成室内で広範囲にわたり均一で、かつ、高密度のプラズマを確実に生成することを目的とし、プラズマ生成室と、それに連結したマイクロ波導波部と、その導波部内の誘電体よりプラズマ生成室側に形成された電子加熱空間室部と、電子加熱空間室部の外周を取り囲み、誘電体のマイクロ波導出部において電子サイクロトロン共鳴磁場強度を超える強磁場を形成する永久磁石からなる第一の磁場発生手段と、プラズマ生成室の周囲に互いに極性を順次変えて配置された永久磁石からなる第二の磁場発生手段とからなる。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特開平9-266096号公報では、誘電体のマイクロ波導出部において高エネルギー電子が生成される電子サイクロトロン共鳴領域から出射する磁力線がプラズマ処理領域に達する前にプラズマ生成室の壁面を貫通するため、高エネルギー電子が磁力線に沿ってプラズマ処理領域に効果的に拡散されずにプラズマ生成室の壁面へ散逸してしまう。このため、被処理基板表面上において、均一で高密度のプラズマを効率良く生成することができないという問題がある。

【0004】また、壁面に入り込む磁力線に沿って高エネルギー電子がその部分に集中的に流れ込むために、その部分の温度が局所的に上昇してしまい、周囲との温度差によって大きな熱応力が発生するという問題もある。

【0005】本発明の目的は、上記従来技術の問題点に鑑み、プラズマ生成室の壁面に衝突することなく電子サイクロトロン共鳴域からプラズマ処理領域に達する磁力線を形成し、この磁力線に沿って高エネルギー電子を効率的に拡散させることにより、プラズマ処理領域におけるプラズマ密度を上昇させるプラズマ処理装置及びプラズマ閉じ込め方法を提供することにある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記目的を達成するために、内部にプラズマが生成されるプラズマ生成室の側壁にマイクロ波を導入する複数の導波部を設け、この各導波部の周囲に設けられている永久磁石の極性が隣り合う導波部同志で異なることを特徴とする。また、前記各導波部の周囲に設けられている永久磁石は、各導波部のプラズマ生成室側の電子サイクロトロン共鳴磁場強度面より出射する磁力線をプラズマ生成室の壁に貫通させることなく他の導波部の電子サイクロトロン共

鳴磁場強度面に到達させるか、若しくは前記プラズマ生成室の中心部に到達させるように配置されていてもよいし、各導波部の間の前記プラズマ生成室の周囲に第2の永久磁石を縦方向に直線状で、かつ、周方向に所定間隔をもって複数個設け、前記導波部の周囲に設けられている永久磁石と、この永久磁石に近い前記第2の永久磁石との極性は同極性となってもよい。

【0007】また、本発明では、上記目的を達成するために、導波部からのマイクロ波と導波部の周囲に設けられた永久磁石の磁場との相互作用によりプラズマ生成室内にプラズマを生成し、この生成されたプラズマによりプラズマ生成室内の被処理物を処理するにあたって、前記マイクロ波は前記プラズマ生成室の側壁から被処理物の面と概略平行な方向に導入され、このマイクロ波と前記永久磁石の磁場との相互作用により生成されたプラズマは、前記導波部の周囲に配置された永久磁石の磁力線、或いはこの磁力線と各導波部の間に配置された複数の永久磁石の磁力線により前記プラズマ生成室の中央付近に押し込んで閉じ込められていることによっても達成される。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1～図4及び図7は本発明のプラズマ処理装置の第一の実施例を示している。

【0009】本実施例のマイクロ波プラズマ処理装置は、該図1、図2に示す如く、アルミニウム等の非磁性材によりほぼ円筒状に形成された一つのプラズマ生成室1を有している。プラズマ生成室1は天板2と側壁3から構成され、天板2と側壁3は絶縁物4を介し接続され、側壁3は絶縁物5を介しベースプレート6に接続される（ベースプレート6は電氣的に基準電位に接続される）。ベースプレート6にはゲートバルブ8を介し基板9が搬送される搬送室10が接続されていると共に、別のゲートバルブ7を介してプラズマ生成室1内を真空排気する真空排気装置11が接続されている。ベースプレート6には絶縁物12を介し基板9を保持する基板ホルダ13が接続されている。図示はしていないが、搬送室10内に設けられた搬送ロボットより基板9が基板ホルダ13に受け渡される。側壁3にはガス導入用ノズル14a、14bが設けられている（ガス導入用ノズル14a、14bは天板2に設けてもよい。また、ガス導入用ノズル14a、14bのうち、一方を省略してもよい）。

【0010】また、図1、図3に示すようにプラズマ生成室1の側壁3には、四つのマイクロ波導波部15a、15b、15c、15dが設けられ、マイクロ波導波部15a、15b、15c、15dには、それぞれにアルミニウムのような非磁性材により形成されている導波管16a、16b、16c、16dが接続されている。導波管16a、16b、16c、16dには各々スタブチュ

一ナ17a、17b、17c、17dと検波器18a、18b、18c、18dが接続されている。マイクロ波導波部15a、15cの内部には、プラズマ生成室1の気密を保持し得るように誘電体19a、19cが設けられ(図示はしていないが、マイクロ波導波部15b、15dの内部にも誘電体19b、19dが設けられている)、さらに、誘電体19a、19b、19c、19dは、誘電体19a、19b、19c、19dのプラズマ生成室1側の先端部が、プラズマ生成室1の内壁面と概略一致するように設置されている。この誘電体19a、19b、19c、19dのプラズマ生成室1側の先端部は、その曲率がプラズマ生成室1の内面の曲率とほぼ一致している方が好ましいが、必ずしもその必要はない。誘電体19a、19b、19c、19dは通常では、石英やアルミナ等のセラミックスが用いられる。マイクロ波導波部15a、15b、15c、15dの各々の周囲には、マイクロ波との相互作用によりプラズマを生成するための電子サイクロトロン共鳴磁場強度を有する永久磁石20a、20b、20c、20dが配置されている。例えばマイクロ波の周波数が2.45GHzの場合は、電子サイクロトロン共鳴の磁場の強度は875Gaussである。さらに、基板ホルダ13には高周波電源21が接続されている。

【0011】プラズマ生成室1を真空排気装置11により真空引きした後、プラズマ生成室1にガス導入用ノズル14a、14bからアルゴンガスのような特定ガスを導入してプラズマ生成室1内をそのガス雰囲気にしおき、ガス雰囲気中でマイクロ波導波部15a、15b、15c、15dよりマイクロ波を導入し、永久磁石20a、20b、20c、20dにより形成された磁場との電子サイクロトロン共鳴によりプラズマが生成される。基板ホルダ13に高周波電圧を印加することにより、生成したプラズマを基板9に照射し、基板9の表面を所望形状に加工する。

【0012】マイクロ波導波部15aの周囲に配置された永久磁石20aは、図4に示すように、マイクロ波導波部15aを取り囲むように、極性を同一にして、マイクロ波導波部15aの外周に沿って配置されている。その際、磁場は該図に示すように、誘電体19aのマイクロ波導出部において、電子サイクロトロン共鳴磁場強度(875 Gauss)を越える大きさの磁場となるように、永久磁石20aは残留磁束密度の大きい(約11000 Gauss)サマリウム・コバルト等からなっている。マイクロ波がマイクロ波導波部15aから入射する際、誘電体19a内にある電子サイクロトロン共鳴領域ではプラズマは生成されないが、誘電体19aのプラズマ生成室1の内面と一致する先端部近傍には局所電子加熱領域23が形成(875Gaussで2.45GHzで形成)され、そこで高エネルギー電子が大量に生成される。尚、マイクロ波導波部15b、15c、15dの構造も15aと同

様になっている。

【0013】次に、上述した公知例と比較して本発明の作用と効果を述べるために、図5には公知のプラズマ処理装置の正面図を、図6にはマイクロ波導波部断面の磁力線を示す。公知例では、4個所に接続された導波部の外周にはそれぞれ同極性の永久磁石30が設けられている。また、公知例では各導波部の上下にプラズマ閉じ込め用のカスプ磁場を形成するための導波部外周の永久磁石と極性を異にする永久磁石リング31、32が設けられている。該図からも明らかなように、公知例ではプラズマ閉じ込め用のカスプ磁場を形成するための永久磁石リング31、32のために、各導波部の誘電体よりもプラズマ生成室側にある、電子サイクロトロン共鳴磁場強度面から射出している磁力線の一部は、プラズマ生成室の中央方向へ向かわずに、小さな曲率で屈曲してプラズマ生成室の壁面へ入り込んでしまう。よって、電子サイクロトロン共鳴領域で生成された高エネルギー電子の一部は、この小さな曲率で屈曲した磁力線24に沿って拡散し、プラズマ生成室の中央方向へ向かう前に壁面に吸収されてしまい、均一・高密度プラズマを基板表面上で効率良く生成できない。

【0014】これに対し、本実施例では、図7a、bに示すように、前述の永久磁石リング31、32を取り外すとともに、永久磁石20a、20b、20c、20dの極性をマイクロ波導波部ごとに順次違って配置した。これにより、マイクロ波導波部15a近傍の電子サイクロトロン共鳴領域23から発した磁力線25は、途中、プラズマ生成室1の壁面に衝突することなく、隣接するマイクロ波導波部15bまたは15d近傍の局所電子加熱領域26に達し、プラズマ生成室1中央部付近を通過するカスプ型磁力線が形成される構成となっている。よって、マイクロ波導波部15a近傍の局所電子加熱領域23で生成された高エネルギー電子はこのカスプ型磁力線に沿ってプラズマ生成室1の中央方向へ拡散されるため、極めて効率良く高密度プラズマが生成できる。本実施例では、導波部の員数は4であるが、4以外の数でも構わない。又、各導波部の外周に設けられた永久磁石の極性を順次隣り合う導波部で変えるのではなく、マイクロ波進行方向に沿って極性をN、Sの順で永久磁石を配置した導波部の員数とS、Nの順で配置した導波部の員数を等しくするのみでも良い。

【0015】プラズマ生成室1の中央付近のプラズマ密度は、カスプ型磁力線のプラズマ生成室中央方向への進入の程度に依存し、著しく進入しているほどプラズマ密度は大きくなる。例えば、基板9がプラズマ生成室1の中央付近に保持されているような場合には、特に中央付近のプラズマ密度を大きくする必要がある。このためには、マイクロ波導波部間に第2の永久磁石を、最も近いマイクロ波導波部周囲の永久磁石と極性が同極となるように配置する。図7a、bに示すように、本実施例で

は、マイクロ波導波部15aと15bの間に永久磁石27a、27b、27c、27dを基板9面に対して垂直に、直線状に配置し、永久磁石27a、27bの極性は永久磁石20aと、永久磁石27c、27dの極性は永久磁石20bと、それぞれ同極となるように配置する。これにより、第二の実施例として図8に示した永久磁石27a、27b、27c、27dがない場合に比べ、カusp型の磁力線25がプラズマ生成室1の中央方向へ押し込まれ、プラズマ生成室1中央付近のプラズマ密度を増大させることができる。磁力線25の反応室中心部への進入の度合いは、永久磁石27a、27b、27c、27dの残留磁束密度、寸法、位置、極性等に依存する。尚、各導波部間に設けられる永久磁石の本数は4以外でも構わない。

【0016】図7、図8及び公知例のプラズマ処理装置を用いた場合のプラズマ密度のマイクロ波出力依存性を図9に示す。公知例より第二の実施例の方が、第二の実施例より第一の実施例の方がプラズマ密度は増大していることがわかる。しかもマイクロ波の出力が大きくなる程この差は顕著である。

【0017】又、導波部を矩形導波管で形成し、その長辺方向が上述した実施例では基板面と平行であるが、図10に示すように導波部を90度回転させて、その長辺方向が基板面に対して垂直に交差する方向でもよい。

又、図11に示すように、各導波部の上下に同極性の永久磁石40a、bを配置してもよい。図11の構成とすれば、電子サイクロトロン共鳴領域から出射した磁力線をより一層、反応室中心部に進入させることが出来るので、より大口径の均一高密度プラズマ生成に対応できる。又、図11では永久磁石40a、bは導波部の上下片方のみでも効果がある。又、図12に示すように第2の永久磁石を、導波部15aと15d間及び15bと15c間にのみ配置することにより、壁面とプラズマとの間にできる電場Eと第2の永久磁石によってできる磁場Bとに起因するE×Bドリフト効果によるプラズマの空間不均一性を小さくすることができる。

【0018】またSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、又はSiF<sub>4</sub>、又はCF<sub>4</sub>、又はCH<sub>4</sub>、又は塩素を含むガスを用いて、本発明によるプラズマ処理装置を、例えば、シリコン基板の処理に適用すれば、高選択性・高速エッチング装置、乃至は高速で高アスペクト比の配線間溝を埋め込むことが可能な高スループット成膜装置を提供することができる。

【0019】例えば、基本ホルダにシリコンウェハを保持し、プラズマ生成室にガス導入用ノズルからSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>を導入する。SiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>ガス雰囲気中でマイクロ波導波部15a、15b、15c、15dよりマイクロ波を導入すると、永久磁石20a、20b、20c、20dにより形成された磁場との電子サイクロトロン共鳴によりプラズマが生成され、SiH<sub>4</sub>はSiH<sub>3</sub>、

SiH<sub>2</sub>、SiH、Si等のシランラジカルに、O<sub>2</sub>はO等の酸素ラジカルへと解離する。生成されたシランラジカルと酸素ラジカルはシリコンウェハ上で反応し、SiO<sub>2</sub>膜となる。更に、アルゴンガスをSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>と同時に導入し、基板ホルダ13に高周波電圧を印加することにより基板表面に誘起された負のセルフバイアスでプラズマ中のアルゴンイオンがシリコンウェハ上に照射され、アルゴンイオンでスパッタしながらSiO<sub>2</sub>成膜を行うことにより、シリコンウェハ上の配線間段差を埋め込みながら平坦な膜を形成することができる。また、SiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>と同時にSiF<sub>4</sub>、CF<sub>4</sub>等のフッ素を含むガスを導入することにより、SiOFの成膜を行うこともできる。また、ガス導入用ノズルからCF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>等のフッ化炭素ガスを導入すると、これらのガスはプラズマ中でラジカルとなりシリコンウェハ上のSiO<sub>2</sub>等の酸化膜のエッチングが行える。エッチング用のガスとしては塩素を含むガスでもよい。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明した本発明によれば、プラズマ生成室の側壁に複数個の導波部を設けるとともに、該導波部の外周に永久磁石を、隣り合う導波部毎に極性を変えて配置するとともに、各導波部間に永久磁石を配置するという簡単な手段により、永久磁石により形成され、入射マイクロ波によって高エネルギー電子が生成される、電子サイクロトロン共鳴磁場領域から出射した磁力線が、反応室中心部を経由して隣接する導波部の電子サイクロトロン共鳴磁場領域まで達し、これにより高エネルギー電子が反応室壁面に衝突することなく、反応室中心部に進行できるので、容易に大口径・均一・高密度プラズマを形成できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の第一の実施例を示す断面図である。

【図2】図1に示したプラズマ処理装置の、図1とは角度を変えた断面図である。

【図3】図1に示したプラズマ処理装置の上面図である。

【図4】図1に示したプラズマ処理装置の導波部の断面図である。

【図5】公知例のプラズマ処理装置の正面図である。

【図6】公知例のプラズマ処理装置におけるマイクロ波の導波部を示す断面図である。

【図7】図1に示したプラズマ処理装置のプラズマ生成室内の磁力線である。

【図8】本発明のプラズマ処理装置の第二の実施例のプラズマ生成室内の磁力線である。

【図9】本発明のプラズマ処理装置の図7及び図8に示した実施例と公知例のプラズマ密度のマイクロ波出力依存性を示したグラフである。

【図10】本発明のプラズマ処理装置の第三の実施例の

側面図である。

【図11】本発明のプラズマ処理装置の第四の実施例の側面図である。

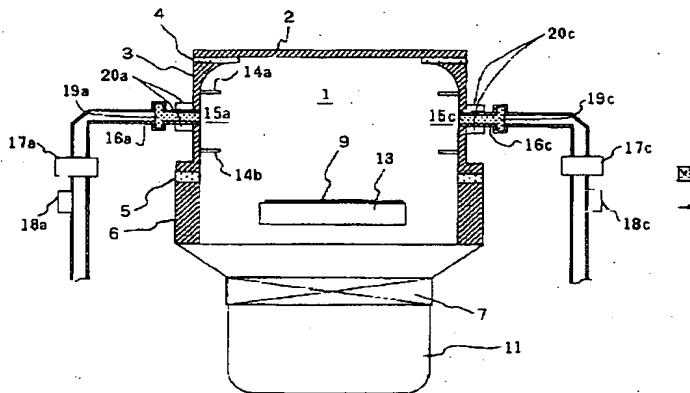
【図12】本発明のプラズマ処理装置の第五の実施例のプラズマ生成室内の磁力線である。

【符号の説明】

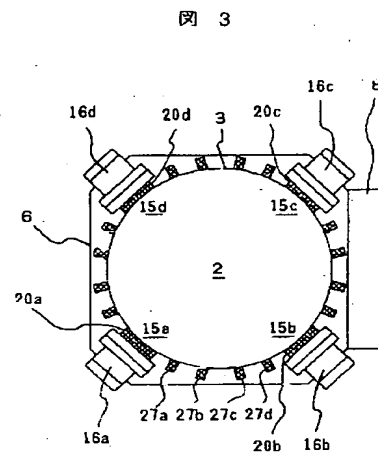
1…プラズマ生成室、2…天板、3…側壁、4、5、12…絶縁物、6…ベースプレート、7、8…ゲートバルブ、9…基板、10…搬送室、11…真空排気装置、13…基板ホルダ、14a、14b…ガス導入用ノズル、

15a、15b、15c、15d…マイクロ波導波部、16a、16b、16c、16d…導波管、17a、17b、17c、17d…スタブチューナ、18a、18b、18c、18d…検波器、19a、19b、19c、19d…誘電体、20a、20b、20c、20d、27a、27b、27c、27d、40a、40b…永久磁石、21…高周波電源、23、26…局所電子加熱領域、24、25…磁力線、31、32…永久磁石リング。

【図1】

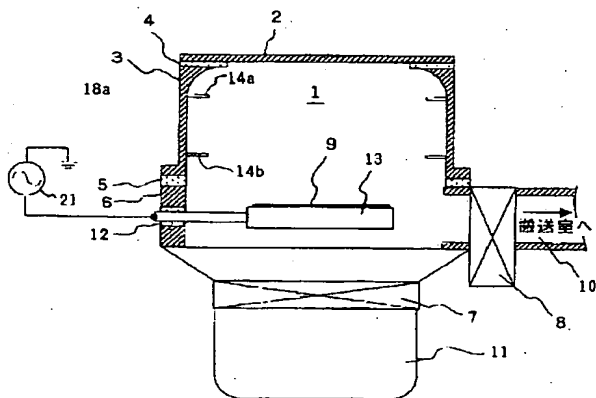


【図3】



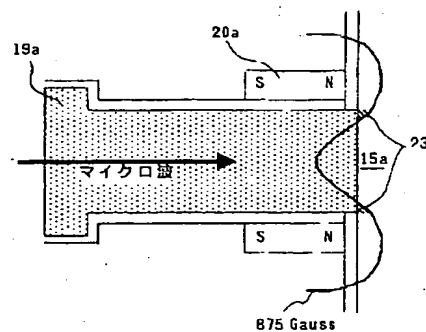
【図2】

図 2

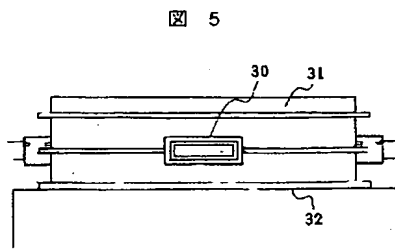


【図4】

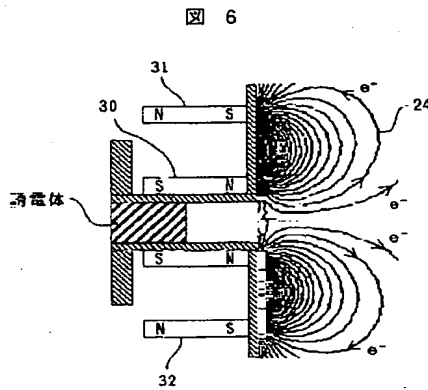
図 4



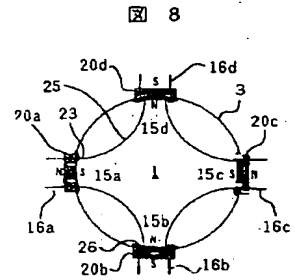
【図5】



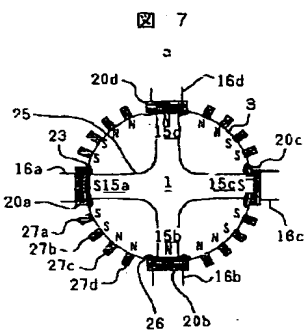
【図6】



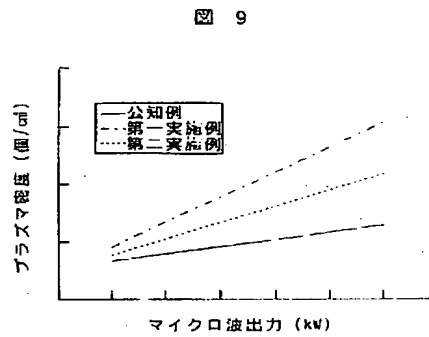
【図8】



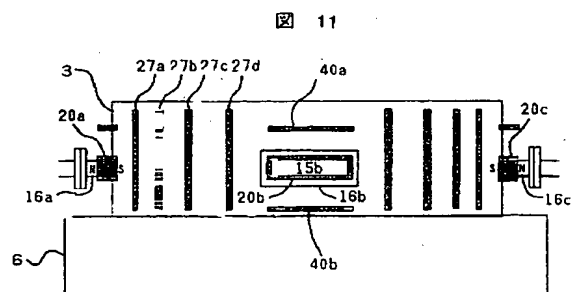
【図7】



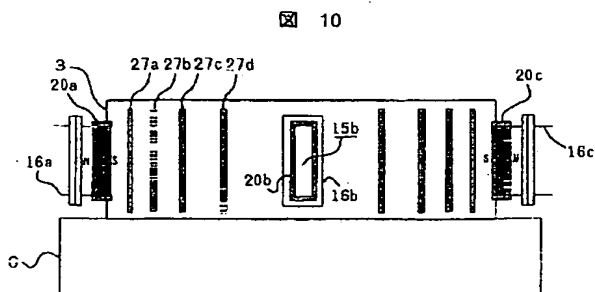
【図9】



【図11】

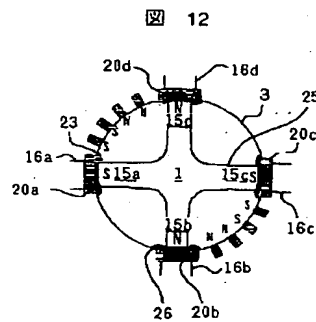


【図10】





【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 市村 智  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 上野 雄一郎  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 内川 貞夫  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 梅垣 菊男  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 竹森 聖  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内

Fターム(参考) 5F004 AA02 AA16 BA14 BA16 BB07  
BB11 BB14 BB18 BC08 BD04  
BD05 BD07 CA09 DA00 DA01  
DA04 DA23 DA26 DB00 DB03  
EB03  
5F045 AA08 AA09 AA10 AA19 AB31  
AB32 AC01 AC02 AC11 AC16  
AE01 AF03 BB01 BB08 BB09  
CB05 DC68 DP01 DP02 DP04  
EH01 EH03 EH16 EH17